

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 11 JUN 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 55 547.1

**Anmeldetag:** 21. November 2003

**Anmelder/Inhaber:** KS Gleitlager GmbH,  
68789 St. Leon-Rot/DE

**Bezeichnung:** - Gleitlagerverbundwerkstoff mit aufgesputterter  
Gleitschicht

**IPC:** C 22 C 21/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Sieck

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

S:\IB5DUP\DUPANM\200311\23600963-20032199.doc

Anmelder:  
KS Gleitlager GmbH  
Am Bahnhof 14  
68789 St. Leon-Rot

Allgemeine Vollmacht: 4.3.5.-Nr.627/97AV

23600963

20.11.2003  
FRI/FRI

**Titel:     Gleitlagerverbundwerkstoff mit aufgesputterter  
           Gleitschicht**

### **Beschreibung**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen

Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Stahlrückenschicht, einer darauf angegossenen, aufgesinterten oder aufplattierten Trägerschicht aus Bronze oder Messing und einer auf die Trägerschicht oder eine Zwischenschicht aufgesputterten Gleitschicht aus einem Gleitschichtmaterial auf Aluminium/Zinn/Kupfer-Basis.

Gleitlagerverbundwerkstoffe insbesondere zur Herstellung von Gleitlagerschalen für motorische Anwendungen, insbesondere zur Lagerung der Kurbelwelle oder als Pleuellagerschalen, mit

einer aufgesputterten, d.h. im Kathodenzerstäubungsverfahren erzeugten Gleitschicht auf Aluminium/Zinn-Basis sind bekannt. Beispielsweise fertigt und vertreibt die Anmelderin Gleitlagerschalen für motorische Anwendungen mit einer aufgesputterten Gleitschicht der Zusammensetzung  $\text{AlSn}_{20}$  und  $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}_1$ . Die Anmelderin hat auch eine Produktbeschreibung "PVD-Beschichtete Hochleistungsgleitlager" veröffentlicht, die das Sputtern von Lagerschalen grundlegend beschreibt.

Ausgehend von Gleitlagerverbundwerkstoffen für geringere Beanspruchungen mit einer galvanisch abgeschiedenen Gleitschicht oder mit aufgegossener oder aufplattierter Gleitschicht auf Aluminium/Zinn-Basis, die eine Härte von etwa 35 bis 45 HV 0,002 aufwiesen, war man Ende der 80er Jahre bestrebt, Gleitlagerverbundwerkstoffe für höhere Belastungen zu fertigen. Es wurde seinerzeit festgestellt, dass durch aufgesputterte Gleitschichten, die dann Härten von 70 bis 90 HV 0,002 aufwiesen, höhere Belastbarkeiten und verbesserte Verschleißwiderstände erreicht werden konnten. Man realisierte sehr rasch, dass eine weitere Steigerung der Härte von aufgesputterten Gleitschichten mit einer unerwünschten Versprödung des Gleitschichtmaterials einhergeht, was zum raschen Ausfall eines aus einem solchen Gleitlagerverbundwerkstoff hergestellten Gleitlagers führt. Insofern haben sich Gleitlagerverbundwerkstoffe mit einer Härte der aufgesputterten Gleitschicht im Bereich von 80 bis höchstens 100 HV 0,002 der gattungsgemäßen Art etabliert.

Wenn EP 0 272 447 A2 mit Zeitrang 1986 eine Härtesteigerung unter Einsatz einer Sauerstoffatmosphäre auf Werte während eines Zwischenzustands vor einer Wärmebehandlung von 113 HV am Lagerscheitel und 45 HV an den Enden der Lagerschale offenbart, wobei diese Werte dann nach einer Wärmebehandlung auf etwa 92 HV 0,002 herabgesetzt wurden, so bringt dies zum damaligen Zeitpunkt zwar das Bestreben nach einer Härtesteigerung zum Ausdruck. Zum heutigen Tage jedenfalls besteht in der Fachwelt das Bestreben nach moderaten Härten im Bereich von 70 bis 100 HV 0,002 bei gattungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoffen.

DE 36 29 451 C2 offenbart einen gattungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoff und erwähnt eine AlSn20Cu1-Legierung als Gleitschicht sowie eine AlSi4Sn15Pb10-Legierung. Auch in dieser Druckschrift kommt das heute überholte Bestreben nach extremen Härten der Gleitschicht zum Ausdruck.

Mit EP 0 265 937 A2 der Anmelderin wurde bereits erkannt, dass in Verbindung mit AlSn5Cu, AlSn10Cu, AlSn20Cu, AlSn30Cu, AlSn40Cu, AlSn10Pb10Cu-Gleitschichtzusammensetzungen mit Endhärten des aufgesputterten Gleitschichtmaterials von 75 bis 97,5 HV 0,002 erreicht werden können, die sich (noch) als geeignet erwiesen. Auch nach dieser Druckschrift sollte unter Verwendung einer Sauerstoffatmosphäre der Anteil oxidischer Bestandteile in dem Gleitschichtmaterial und damit die Härte gegenüber Werten von ca. 60 HV 0,002 erhöht werden.

Der aus EP 0 300 993 A1 bekannte stengelförmige Schichtaufbau bei gesputterten Gleitschichten hat sich in der Praxis als völlig ungeeignet erwiesen, da die Stengelform mit einer starken Sprödheit einhergeht, und zwar unabhängig von der konkreten Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials.

Aus WO 96/33352 ist eine Gleitlagerschale für motorische Anwendungen aus einem Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Stahlrückenschicht, einer Trägerschicht aus Bleibronze und einer darauf durch Elektronenstrahlbedampfung aufgebrauchten Gleitschicht aus einer  $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}_{0,25}$ -Legierung bekannt. Es findet sich in dieser Druckschrift der pauschale Hinweis, dass das Gleitschichtmaterial 15 bis 35 Gew.-% Zinn und 0,1 bis 3,0 Gew.-% Kupfer und Restaluminium aufweisen könne. Das einzige Ausführungsbeispiel offenbart jedoch die genannte  $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}_{0,25}$ -Zusammensetzung.

Es hat sich gezeigt, dass eine durch Elektronenstrahlbedampfung aufgebrauchte Gleitschicht ein weniger geeignetes metallurgisches Gefüge und eine geringere Belastbarkeit aufweist als eine im Kathodenzerstäubungsverfahren aufgebrauchte, also gesputterte Gleitschicht.

US 5,445,896 offenbart einen gattungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoff, dessen mögliche Zusammensetzung angegeben ist mit 10 bis 80 Gew.-% Sn, 0,1 bis 5 Gew.-% Cu, 0,05 bis 3 Gew.-% Sb, Rest Al, gegebenenfalls bis zu 10 Gew.-%

Pb und Bi und ferner gegebenenfalls bis zu 5 Gew.-% Si. Alle Ausführungsbeispiele enthalten 1 Gew.-% Kupfer und 0,5 Gew.-% Antimon. Die in der Tabelle 1 angegebenen Härtewerte liegen überwiegend unter 100 HV.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoff zur Herstellung von Gleitlagerelementen, insbesondere Gleitlagerschalen für

motorische Anwendungen, dahingehend zu verbessern, dass eine noch höhere Belastbarkeit und ein verbesserter Verschleißwiderstand erreicht wird, um ein hieraus hergestelltes Gleitlagerelement an die immer weiter steigenden Anforderungen bei modernen Brennkraftmaschinen anzupassen.

Diese Aufgabe wird bei einem Gleitlagerverbundwerkstoff der genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(22-30)\text{Cu}(2,3-2,8)$  ist, gegebenenfalls mit jeweils bis zu 2 Gew.-% Ni, Si, Mn und verunreinigungsbedingten Bestandteilen bis jeweils 0,5 Gew.-% in der Summe jedoch nicht höher als 1 Gew.-%, und dass die Härte der Gleitschicht 110 - 150 HV 0,002 beträgt.

Mit der vorliegenden Erfindung wurde in überraschender Weise festgestellt, dass bei einer Erhöhung des Kupfergehalts in den beanspruchten Bereich und bei einem Zinngehalt innerhalb des beanspruchten Bereichs eine Steigerung der Belastbarkeit und des Verschleißwiderstands erreicht werden kann, indem die Härte der Gleitschicht in den Bereich von 110 bis 150 HV 0,002

angehoben werden kann, ohne dass hierdurch eine Versprödung des Gleitschichtmaterials hervorgerufen wird. Man war seither davon ausgegangen, dass bei gattungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoffen oberhalb von 100 HV 0,002 kein brauchbarer Gleitlagerverbundwerkstoff bzw. kein brauchbares hieraus hergestelltes Gleitlagerelement für motorische Anwendungen erhalten werden kann, da mit der Steigerung der Härte das Anpassungsverhalten und die Einbettfähigkeit von mikroskopischen Störkörpern in das Gleitschichtmaterial nicht mehr in dem erforderlichen Maße gegeben sei. Weiter war man davon ausgegangen, dass die Haftfestigkeit der aufgesputterten Gleitschicht nicht mehr ausreicht, um ein Ablösen zu verhindern. Es wurde nun in überraschender Weise festgestellt, dass dies bei der beanspruchten Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials nicht der Fall ist, sondern dass sehr hohe Härten, die zu guten Verschleißwiderständen führen, erreicht werden können, wobei eine dennoch ausreichende Duktilität für die Einbettung von Fremdkörpern vorhanden ist, was nicht zu erwarten war.

Es existiert eine sehr einfach durchführbare Prüfmethode, die Aufschluss darüber geben kann, ob ein Gleitlagerverbundwerkstoff der gattungsgemäßen Art von vornherein für übliche Belastbarkeiten, wie sie bei Brénnkraftmaschinen auftreten, geeignet ist oder nicht. Von einer hinreichenden Duktilität der Gleitschicht kann dann ausgegangen werden, wenn eine Ritzung der Gleitschicht mit einer feinen Klinge, beispielsweise eines Teppichmessers, bis

auf die Trägerschicht hindurch zu einer verdrängenden Aufwerfung entlang der Ritzung führt, nicht jedoch zu einem Abplatzen von Gleitschichtpartikeln, wie dies bei einer Versprödung des Gleitschichtmaterials der Fall wäre.

Entgegen der in der Fachwelt herrschenden Ansicht, dass gattungsgemäße Gleitlagerverbundwerkstoffe mit moderaten Härten im Bereich von 70 bis maximal 100 HV ausgebildet werden sollten, wurde mit der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass bei der beanspruchten Zusammensetzung bei demgegenüber höheren Härten im beanspruchten Bereich eine zufriedenstellende Duktilität des Gleitschichtmaterials angetroffen wird, die für ein gutes Einbettverhalten bzw. Anpassungsverhalten des Gleitschichtmaterials im Betrieb verantwortlich ist. Dies ist aber Voraussetzung für einen dauerhaft guten Verschleißwiderstand und eine dauerhaft hohe Belastbarkeit.

Bevorzugte Zusammensetzungen des Gleitschichtmaterials und bevorzugte Härten der Gleitschicht sind in den Unteransprüchen angegeben.

Insbesondere erweist sich ein bleifreies Gleitschichtmaterial oder ein insgesamt bleifreier Gleitlagerverbundwerkstoff als vorteilhaft.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gleitlagerverbundwerkstoffs besteht die Zusammensetzung des



Gleitschichtmaterials aus einer  $\text{AlSn}(22-30)\text{Cu}(2,3-2,8)$ -Legierung, allenfalls mit verunreinigungsbedingten Bestandteilen, vorzugsweise jeweils geringer als 0,05 Gew.-%.

Eine bevorzugte Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Gleitschichtmaterials ist  $\text{AlSn}_{25}\text{Cu}_{2,5}$ .

Es hat sich gezeigt, dass ein erfindungsgemäßer Gleitlagerverbundwerkstoff bzw. ein hieraus hergestelltes Gleitlagerelement gegenüber einem gattungsgemäßen Verbundwerkstoff aus  $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}_1$ -Gleitschichtmaterial einen überlegenen Verschleißwiderstand und zusätzlich eine höhere Belastbarkeit aufweist. Trotz einer Härte im beanspruchten Bereich weist die Gleitschicht bzw. das Gleitschichtmaterial eine ausreichende Duktilität für ein gutes Einbettverhalten und Anpassungsverhalten auf, so dass der erfindungsgemäße Werkstoff insgesamt höher belastbar und verschleißfester ist als bekannte Werkstoffe oder daraus hergestellte Gleitelemente.

## Patentansprüche

1. Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Stahlrückenschicht, einer darauf aufgegossenen, aufgesinterten oder aufplattierten Trägerschicht aus Bronze oder Messing und einer auf die Trägerschicht oder eine Zwischenschicht aufgesputterten Gleitschicht aus einem Gleitschichtmaterial auf Aluminium/Zinn/Kupfer-Basis, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(22 - 30)\text{Cu}(2,3-2,8)$  ist, gegebenenfalls mit jeweils bis zu 2 Gew.-% Ni, Si, Mn und verunreinigungsbedingten Bestandteilen bis jeweils 0,5 Gew.-% in der Summe jedoch nicht höher als 1 Gew.-%, und dass die Härte der Gleitschicht 110 - 150 HV 0,002 beträgt.
2. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitschichtmaterial bleifrei ist.
3. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitlagerverbundwerkstoff bleifrei ist.
4. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitlagerverbundwerkstoff antimonfrei ist.

5. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(22 - 28)\text{Cu}(2,3-2,8)$  ist.
6. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(23 - 28)\text{Cu}(2,3-2,8)$  ist.
7. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(23 - 27)\text{Cu}(2,4-2,7)$  ist.
8. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Härte der Gleitschicht 110 - 140 HV 0,002 beträgt.
9. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Härte der Gleitschicht 110 - 130 HV 0,002 beträgt.
10. Gleitlagerverbundwerkstoff nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Härte der Gleitschicht 115 - 130 HV 0,002 beträgt.
11. Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht von einer  $\text{CuPb}(8-25)\text{Sn}(2-12)$ -Legierung oder von einer  $\text{CuZn}(20-32)$ -Legierung gebildet ist.

12. Gleitlagerelement, insbesondere Gleitlagerschale für motorische Anwendungen, Kurbelwellenlagerschale, Pleuellagerschale, hergestellt aus einem Gleitlagerverbundwerkstoff nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Gleitlagerverbundwerkstoff mit einer Stahlrückenschicht, einer darauf aufgegossenen, aufgesinterten oder aufplattierten Trägerschicht aus Bronze oder Messing und einer auf die Trägerschicht oder eine Zwischenschicht aufgesputterten Gleitschicht aus einem Gleitschichtmaterial auf Aluminium/Zinn/Kupfer-Basis; um die Belastbarkeit und den Verschleißwiderstand des Gleitlagerverbundwerkstoffs zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass die Zusammensetzung des Gleitschichtmaterials  $\text{AlSn}(22 - 30)\text{Cu}(2,3-2,8)$  ist, gegebenenfalls mit jeweils bis zu 2 Gew.-% Ni, Si, Mn und verunreinigungsbedingten Bestandteilen bis jeweils 0,5 Gew.-% in der Summe jedoch nicht höher als 1 Gew.-%, und dass die Härte der Gleitschicht 110 - 150 HV 0,002 beträgt.